



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Fernando Luiz da Silva

ANÁLISE DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
POR PÓS-GRADUANDOS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília – DF

1.º/2013



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Fernando Luiz da Silva

ANÁLISE DE UM TEXTO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA
POR PÓS-GRADUANDOS EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentada ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química.

Orientadora: Patrícia Fernandes Lootens Machado

1.º/2013

Dedico este trabalho a todos aqueles que acreditam em uma transformação social por meio da educação, visto que, conforme já apontado por Paulo Freire, “o educador é antes de tudo um formador!”.

AGRADECIMENTOS

Muita dedicação foi necessária para a conclusão desse curso, minha e de algumas pessoas que foram fundamentais nessa conquista, por isso agradeço:

- aos meus pais, por terem acreditado em mim todos esses anos, confiando que tudo daria certo mesmo nos momentos em que nem eu acreditava. Obrigado, por terem aguentado meu mau humor proveniente do estresse de uma nota ruim ou da ansiedade na apresentação de um trabalho e, por todos os ensinamentos e valores que me passaram. Por essas e outras, vocês merecem ver esse sonho realizado tanto quanto eu.
- aos meus irmãos, que não só presenciaram como vivenciaram dias difíceis ao meu lado e pelo apoio na continuação dos estudos.
- aos meus tios, Edivan e Juracy, bem como seus filhos Edivan Júnior (Juninho) e Deborah (Ray) que considero minha segunda família.
- aos meus grandes companheiros de curso: Kamila, Paula, Lucas, Luciana e Larissa, que estiveram comigo todos esses anos e me ajudaram nas batalhas mais difíceis e propiciaram os momentos mais felizes na UnB.
- ao Prof. Dr. Ricardo Gauche, que eu considero um grande mestre e verdadeiro educador. Sem dúvida suas aulas foram fundamentais para meu amadurecimento durante o curso e para minha formação como pessoa.
- ao Prof. Dr. Roberto Ribeiro da Silva (Bob) e à Prof.^a Dr.^a Joice Aguiar Baptista pelos ensinamentos.
- à minha grande mestre e orientadora Prof.^a Dr.^a Patrícia Fernandes Lootens Machado sem a qual este trabalho não teria ocorrido. Minhas palavras são poucas para demonstrar a gratidão por ter me apoiado, acreditado no meu potencial e contribuído para minha formação como professor e pessoa ao longo desses anos em que trabalhos juntos, espero um dia retribuir todo esse carinho.

SUMÁRIO

Introdução.....	7
Revisão Bibliográfica.....	9
Metodologia.....	15
Análise.....	17
Considerações finais	25
Referências	27
Apêndice.....	28

RESUMO

Poucas são as pesquisas a respeito das possibilidades de utilização de textos de divulgação científica (TDC) na graduação e no ensino formal. Nessa perspectiva, o presente trabalho tenta contribuir para o debate sobre os benefícios e desafios da inserção de TDC no ensino de Ciências e na formação inicial do professor. Diante disso, este escrito se dedicou a elaboração de um questionário sobre o recurso citado. O público escolhido para a pesquisa foram pós-graduandos em um curso de Ensino de Ciências, visto que, tais estudantes são professores do Ensino Médio, logo têm experiência no contexto escolar. Assim, os entrevistados podem avaliar de forma mais crítica o texto escolhido, a própria divulgação científica e a possível aplicação desse recurso na instituição de ensino em que trabalha. O texto de divulgação científica escolhido para análise foi “A ciência da beleza: a química dos cosméticos”. Os docentes participantes da pesquisa tiveram que analisar o texto citado e algumas possibilidades da utilização de TDC no contexto escolar de acordo com parâmetros pré-estabelecidos. A análise das respostas obtidas vão ao encontro de outras pesquisas na literatura quanto aos possíveis benefícios da utilização do recurso aludido anteriormente. Além disso, nos permitiram inferir que os textos de divulgação científica podem contribuir para uma abordagem pautada na interdisciplinaridade, na discussão de relações éticas, de consumo e de cidadania, com observância a interface CTSA. Tal recurso deve ainda ser visto como um meio de complementar o livro didático e uma alternativa em casos em que o acesso a este é precário.

Palavras-chaves: Divulgação Científica; Ensino de Ciências; Formação de Professor.

INTRODUÇÃO

No cotidiano escolar, vários são os problemas que dificultam o processo de ensino-aprendizagem, sendo um deles o uso de materiais didáticos com uma linguagem de difícil compreensão por parte dos estudantes e/ou que não despertam o interesse destes por motivos que serão explicitados posteriormente.

O uso do livro didático como única fonte de conhecimento é uma prática comum no meio escolar. Docentes utilizam o material citado como a fonte da verdade absoluta sem se questionar se este “atinge” os educandos, bem como não fornecem outros meios de consulta ao conhecimento científico. Nesta perspectiva, o estudante fica limitado ao livro didático que não necessariamente gosta de ler ou entende.

Conversas que tive com alunos do Ensino Médio confirmam a insatisfação com o recurso citado, mesmo entre alguns que têm hábito de leitura. Podemos apontar como possíveis causas desse desinteresse: falta de contextualização com a realidade do educando; conteúdo apresentado de forma fragmentada, no qual as disciplinas se inserem de forma isolada e desconexa das outras disciplinas e áreas do conhecimento científico; linguagem nem sempre acessível, dentre outros.

Apesar dos avanços obtidos com o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) e o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), que propiciaram a utilização nas escolas de livros de melhor qualidade e mais adequados aos objetivos preconizados nas diretrizes para o ensino médio, não podemos dizer que todos os problemas estejam resolvidos. O livro pode até ser o recurso mais utilizado e uma fonte confiável de conhecimento, mas nunca poderá ser o único. O estudante deve ter contato com materiais diversificados conforme explicitado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN):

Além do livro didático, outras fontes oferecem textos informativos: enciclopédias, livros paradidáticos, artigos de jornais e revistas, folhetos de campanhas de saúde, de museus, textos da mídia informatizada, etc. É importante que o aluno possa ter acesso a uma diversidade de textos informativos, pois cada um deles tem estrutura e finalidades próprias. Trazem informações diferentes, e muitas vezes divergentes, sobre um mesmo assunto,

além de requererem domínio de diferentes habilidades e conceitos para sua leitura (BRASIL, 1997, p. 81).

Tendo em vista as orientações presentes no PCN e em outros documentos oficiais que tratam da Educação Brasileira, bem como as recorrentes críticas feitas ao livro didático, o trabalho em questão se propõe a discutir e analisar as possibilidades de utilização de textos de divulgação científica (TDC) no ensino formal.

A escolha deste tipo de difusão do conhecimento científico se deve à possibilidade de a partir de temas transversais, com a utilização de uma linguagem mais próxima ao cotidiano dos estudantes, trabalhar o conhecimento científico. Essa modalidade também permite abordar o conteúdo de forma transdisciplinar e contextualizada.

Os temas que podem dar início aos textos de divulgação científica são diversos, dando mobilidade para o professor escolher os mais pertinentes à realidade da sua escola, de forma que se tornem mais significativos para os alunos. Também permite a discussão da interface CTSA, contribuindo para um ensino pautado na reflexão e busca pela autonomia.

Os TDC podem, ainda, auxiliar o estudante a perceber a ciência como um construto humano, fruto de erros e acertos de infinitos processos de elaboração e reelaboração de leis, modelos e teorias, na busca incessante por explicar os fenômenos naturais. Esse aspecto se faz necessário para reconstruir a visão distorcida de muitos estudantes que foram levados a conceber a Ciência como infalível, com resposta para todas as nossas angústias e solução para todos os males.

Desta forma, é objetivo deste Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em Química escolher um texto de divulgação científica e submetê-lo à análise por alunos de um programa de pós-graduação em ensino de Ciências.

Para isso, foi elaborado um capítulo para discorrer sobre semelhanças e diferenças entre divulgação científica, disseminação e jornalismo científico. Também foi abordada a produção de TDC durante o curso de graduação e a utilização deste no contexto escolar. Em seguida, dedicamos um capítulo a metodologia na qual foi descrito o que se realizou nesse trabalho, como e com que público.

CAPÍTULO 1

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O QUE SE ENTENDE POR DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

Uma busca na literatura a respeito do conceito de divulgação científica nos permite identificar imprecisões e ambiguidades conceituais entre a expressão em questão e outros processos de difusão do conhecimento científico. Nessa perspectiva, faz-se necessário um esclarecimento entre teorias e práticas que veiculam informações de ciência, tecnologia e inovação (BUENO, 2008).

Segundo Bueno (2008), é importante esclarecer que apesar das teorias e práticas identificadas pelos termos de difusão, comunicação (ou disseminação), divulgação científica e jornalismo científico, terem conceitos diferenciados, elas mantêm uma relação de inclusão ou de complementaridade do tipo gênero-espécie. O que, de certa forma, provoca uma falta de compreensão e, conseqüentemente, afeta as diferentes ações efetivadas para difundir o conhecimento produzido nas instituições de ensino superior e pesquisa.

Uma análise semântica das palavras difusão, divulgação e disseminação permite-nos compreender porque tal confusão ainda se faz presente. Em vários dicionários de língua portuguesa (FERREIRA, 2000; BUENO, 1996) as palavras citadas aparecem como sinônimos, contribuindo para a ambiguidade conceitual explicitada. Isso também se repete em dicionários disponibilizados na internet.

Em seu trabalho para esclarecer as expressões aludidas anteriormente, Bueno (2008) faz uma análise dos conceitos propostos por Pasquali¹ (1979). Para este, a difusão e a divulgação veiculam informações científicas para um público universal, leigo, enquanto a disseminação ocupa-se de informar especialistas, ou seja, profissionais ligados à área de produção do conhecimento científico.

¹ PASQUALI, A, **Compreender la comunicación**. Venezuela: Monte Ávila Editora, 1979.

Discordando das proposições de Pasquali, Bueno (2008) recusa a limitação da expressão difusão científica conferindo-lhe um caráter global, que abrange os demais conceitos. Faz-se necessário então, compreender difusão pela análise deste autor, conforme será visto a seguir.

Difusão Científica

Bueno (2008) defende que a difusão deve ser compreendida como todo processo que veicula informações científicas e tecnológicas, tanto para leigos, quanto para especialistas. Nessa perspectiva, a divulgação científica, a disseminação científica e o jornalismo científico são espécies do gênero difusão.

Pela análise deste autor, a difusão tem pelo menos dois níveis: 1) veiculação de informações para **especialistas** e 2) veiculação de informações para o **leigo**, o cidadão comum. Quando se observa o primeiro nível, ou seja, informação para profissionais ligados à área de produção do conhecimento científico, a difusão corresponde à sua espécie disseminação. No segundo nível, têm-se as modalidades divulgação científica e jornalismo científico. Devemos então, explicitar melhor cada uma, começando pela disseminação e, posteriormente, divulgação e jornalismo científico respectivamente (Bueno, 2008).

Disseminação (comunicação) científica

Bueno (2008) concorda com Pasquali (1979) ao dizer que a disseminação é a transferência de informações científicas, tecnológicas ou associadas às inovações, elaborada por especialistas para seus pares. Esta espécie de difusão possui dois níveis: 1) comunicação intrapares e 2) comunicação extrapares.

Segundo o autor “A comunicação intrapares diz respeito à circulação de informações científicas, tecnológicas e de inovação entre especialistas de uma área ou de áreas conexas” (BUENO, 2008, p. 3). Dessa forma, temos como exemplo da comunicação intrapares os trabalhos apresentados nos Encontros Nacionais de Ensino de Química e os artigos publicados em revistas ou jornais da área de Química, como o Journal of the Brazilian Chemical Society e a Química Nova. Tal forma de disseminação caracteriza-se por: 1) público especializado; 2) conteúdo específico e 3) código fechado.

Na segunda modalidade de disseminação científica, comunicação extrapares, a veiculação de informações é feita para especialistas que não necessariamente são da área que é objeto da disseminação. Isto é possível, pois o conteúdo, nesse caso, é mais abrangente e se organiza em uma perspectiva multidisciplinar, por exemplo, um congresso sobre biodiversidade ou educação ambiental (BUENO, 2008).

Divulgação científica

Esta espécie de difusão científica, para Pasquali (1979, p. 200), se configura como uma recodificação de uma linguagem crítica, de forma a torná-la acessível a um público de não especialistas, isto é, os leigos. Bueno (2008) concorda com aquele ao dizer que divulgação científica é a veiculação de informações científicas, tecnológicas ou associadas a inovações ao leigo, e que pressupõe um processo de recodificação.

Uma redução no conceito de divulgação científica, limitando-o a veiculação de informações de ciência e tecnologia pela mídia, tem contribuído para a confusão conceitual entre a expressão citada e o chamado jornalismo científico. A divulgação pode ocorrer por meio de livros didáticos, palestras de cientistas, histórias em quadrinhos, dentre outras formas que incluem os jornais, revistas, rádio e televisão. Portanto, ela envolve diversos meios midiáticos, não se limitando a TV.

Segundo Vera Lúcia Salles² “o que distingue o jornalismo científico da divulgação científica é meramente uma questão de objetivo com relação ao comunicador da mensagem”. Bueno discorda dessa afirmação, pois acredita que a diferença entre essas modalidades está nas características particulares do discurso utilizado e não no objetivo, que para ele é o mesmo, a saber: “[...] transferir aos não iniciados informações especializadas.” (Citada por BUENO, 2008, p. 4).

A análise dos conceitos acima descritos nos permite compreender o jornalismo científico como uma modalidade de divulgação científica.

² SALLES, V. L. S. O. 1981. João Ribeiro como jornalista científico no Brasil (1895-1934). Dissertação de mestrado. Escola de Comunicações e Artes – USP, São Paulo.

Jornalismo científico

O conceito de jornalismo científico inclui o de jornalismo, possuindo então as seguintes características: atualidade, universalidade, periodicidade e difusão coletiva. Tais propriedades definem o jornalismo científico como um meio de veiculação de informações relacionadas ao momento presente para um público amplo, com a presença dos diversos campos do conhecimento científico e a manutenção de um ritmo nas publicações ou notícias/reportagens (BUENO, 2008).

Na definição de Melo³ (1983), citado em Bueno (2008), para jornalismo científico, percebemos que as características aludidas anteriormente também se fazem presentes.

É importante salientar que o fato do jornalismo científico se difundir pelos meios de comunicação de massa não nos autoriza a afirmar que está explícita como audiência para a maioria da população. Isto porque programas de rádio e televisão especialistas em ciência e tecnologia não atraem a totalidade da audiência. Como se não bastasse, há ainda televisão fechada, revistas científicas e alguns jornais que atingem um percentual inexpressivo da população brasileira. Logo, esse público amplo deve ser visto com ressalvas (BUENO, 2008).

Discorrer a respeito dos conceitos explicitados anteriormente é essencial para caracterizar o trabalho que será desenvolvido como divulgação científica. Seleccionamos um texto da Revista Ciência Hoje, a qual se dedica a publicação de textos de divulgação científica. Posteriormente, o texto foi analisado por professores que cursam a pós-graduação na UnB, mais especificamente no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, com o intuito de saber como tal escrito poderia ser utilizado no Ensino Médio.

Tendo em vista as características desse trabalho, faz-se necessário discutir como a produção de texto de divulgação científica (TDC) interfere no contexto escolar. Não obstante, cabe também uma breve discussão da influência do TDC na formação inicial de licenciandos, conforme será visto a seguir.

A PRODUÇÃO DE TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA GRADUAÇÃO

A formação inicial de professores é bastante estudada por educadores em ciências, tendo sido identificados vários problemas e possíveis soluções. Um dos aspectos discutidos

³ MELO, J. M. 1983. Gêneros opinativos no jornalismo brasileiro. Tese de doutorado. Escola de comunicações e Artes-USP, São Paulo.

diz respeito à produção de textos por licenciandos em ciências. Tal questão visa à superação das críticas feitas aos livros didáticos de um modo geral, bem como a potencialização do processo criativo do professor. Essa questão merece destaque devido à possibilidade dos futuros docentes escreverem textos, elaborados de acordo com a realidade do alunado, com o intuito de aprimorar o processo de ensino-aprendizagem (NASCIMENTO; REZENDE JUNIOR, 2010).

Esses autores (2010) acreditam que além de contribuir para a construção da autonomia do professor, a elaboração de textos poderia ser utilizada em escolas cujos alunos não possuem livros.

A divulgação científica, como um exercício de escrita independente do livro didático, pode evitar que a atuação do professor fique “engessada” por um único material didático (NASCIMENTO; REZENDE JUNIOR, 2010).

A confecção e utilização de TDC interferem não somente na formação docente, conforme foi visto, mas também no processo de ensino-aprendizagem no qual os estudantes participam. Em vista disso, será discutido a seguir como a divulgação científica pode interferir no contexto escolar.

A DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO ESCOLAR

Segundo alguns pesquisadores em educação em ciências, a utilização de textos de divulgação científica pode contribuir para que os alunos: “formem uma imagem adequada e crítica da ciência enquanto produção humana; discutam as suas aplicações tecnológicas presentes no cotidiano e as implicações sociais decorrentes do seu uso; tenham acesso a uma maior diversidade de informações; desenvolvam habilidades de leitura e de formas de argumentação; dominem conceitos e compreendam melhor elementos de terminologia científica” (FERREIRA; QUEIROZ, 2011, p.354).

O interesse por esse tipo de material é percebido não só pela comunidade de educadores como também está expresso nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), ao recomendarem que os alunos tenham acesso a outras fontes de informação além do livro didático, citando, como exemplo: artigos de jornais e revistas, textos de mídia informatizada etc. (FERREIRA; QUEIROZ, 2011).

Tais autoras (2011), após uma análise de artigos da Revista Ciência Hoje, que se dedica à divulgação científica, concluíram que os TDC podem oferecer um ensino de Química

pautado na interdisciplinaridade e contextualização, ambos fortemente defendidos em documentos oficiais referentes à educação brasileira.

Percebe-se, tomando como referência trabalhos apresentados no ENPEC 2007, que a mídia, principalmente a escrita, tem sido inserida no contexto escolar em lugares onde há dificuldades de acesso a livros didáticos ou como forma de substituir os materiais até então utilizados por outros com uma linguagem mais simples e acessível (CUNHA; GIORDAN, 2009). Nascimento e Rezende Júnior (2010) acreditam que o TDC pode ser uma alternativa ao livro, incentivando também os alunos a lerem temas científicos fora da instituição de ensino. Isso pode contribuir para práticas de acultramento de impacto positivo na escola.

Cunha e Giordan (2009) defendem a divulgação científica (DC) como forma de propiciar debates a respeito dos temas e assuntos abordados em textos deste tipo. Isto porque, tais espaços de discussão podem contribuir para a compreensão dos processos de produção da Ciência e da Tecnologia, bem como desenvolver o senso crítico dos estudantes. Todavia, esses autores alertam para o cuidado com a transposição da divulgação científica para a sala de aula como material didático, visto que, um texto mais “agradável” não necessariamente garante maior compreensão.

Devido à pequena quantidade de estudos a respeito dos resultados do uso de textos de divulgação científica em aulas de ciências, há controvérsias quanto aos benefícios de tal meio de difusão do conhecimento (NASCIMENTO, 2005).

Segundo essa autora, o texto de DC promove transformações do conhecimento científico, na medida em que é elaborado para um público leigo e se utiliza de analogias e metáforas. Tais adaptações somadas ao uso de figuras de linguagem podem ser confundidas, complicadas ou até mesmo veiculadas de forma errada, constituindo obstáculos para a aprendizagem de conceitos na educação formal.

Nascimento (2005) também aponta a inserção do TDC em sala de aula como outro possível entrave à aprendizagem, principalmente no que se refere aos textos que não foram produzidos com a pretensão de circular no ensino formal. Durante a leitura dos TDC, os estudantes podem atribuir diferentes significados aos conceitos científicos abordados, dificultando o processo de ensino-aprendizagem.

CAPÍTULO 2

METODOLOGIA

Foram escolhidos textos de divulgação científica publicados na revista *Ciência Hoje*, com o intuito de submetê-los a uma análise por professores de Química, Física, Biologia e Ciências da Natureza que participam como alunos de pós-graduação em ensino de Ciências. Uma parte dos mestrandos devem ter cursado a disciplina *Divulgação Científica*, oferecida no âmbito do programa de pós-graduação do qual fazem parte. Ressalto que nem todos os participantes cursaram a referida disciplina.

A metodologia utilizada foi uma pesquisa de campo de cunho qualitativo, cujo instrumento de coleta foi um questionário fechado, em que o participante poderia julgar com conceitos “bom, médio, ruim ou não se aplica” aspectos sobre o texto de divulgação científica escolhido. Da mesma forma, foi solicitado aos mestrandos que analisassem o TDC como estratégia a ser usada no contexto de sala de aula. O questionário aplicado aos participantes da pesquisa foi dividido em duas partes, sendo que na primeira nosso objetivo era ver como os professores avaliariam o texto de divulgação científica intitulado “A ciência da beleza: A química dos cosméticos”. Os critérios para avaliação foram em relação à qualidade textual e gráfica, a abrangência do que foi tratada, sua relevância como instrumento de divulgação científica, quanto à característica da abordagem entre outros aspectos que podem ser visto no Apêndice 1. Já na segunda parte objetivamos conhecer como o professor qualitativamente julga o uso do TDC no contexto da sala de aula.

A partir da análise das respostas obtidas, pudemos inferir que papel os professores atribuem à divulgação científica no processo ensino aprendizagem, como os TDC podem ser inseridos no contexto escolar, com que objetivos serão utilizados, como a disciplina *Divulgação Científica*, oferecida no âmbito de um Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, pode contribuir para a inserção de TDC na sala de aula etc.

A escolha de alunos do Mestrado em Ensino de Ciências foi intencional e justifica-se pelo fato de conseguirmos ouvir de um grupo de profissionais que estão imersos, voluntariamente, em um processo de formação continuada. Desta forma, pressupõe-se que

estejam abertos a discutir diferentes materiais que complementem o livro didático. Além disso, os sujeitos escolhidos exercem a profissão docente, logo têm experiência no contexto escolar, podendo avaliar de forma mais crítica os textos escolhidos, a própria divulgação científica e a possível aplicação desse recurso na instituição de ensino em que trabalha. A opinião deles é relevante visto que os professores em conhecendo seus alunos, têm a capacidade de perceber suas preferências, descobrir a qual técnica e método eles reagem positivamente, portanto, qual delas contribuem melhor para o processo ensino-aprendizagem.

ANÁLISE

A primeira parte do questionário objetivou fazer um levantamento de como os professores participantes da pesquisa conceberam alguns parâmetros do texto “A ciência da beleza: a química dos cosméticos”, publicado em julho de 2011 na Revista Ciência Hoje. Para melhor visualização os dados foram organizados na tabela 1, que se encontra logo a seguir.

Tabela 1: Avaliação de professores que participam como alunos do Mestrado em Ensino de Ciências de alguns parâmetros levando em consideração o texto de divulgação científica da revista Ciência Hoje intitulado “A ciência da beleza: a química dos cosméticos”.

	Bom %	Médio %	Ruim %	Não se aplica %
Tamanho do texto	45 (5)	45 (5)	9 (1)	0 (0)
Linguagem utilizada	64 (7)	36 (4)	0 (0)	0 (0)
Relevância social da temática central do texto	100 (11)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Presença de recursos visuais (figuras, tabelas e/ou boxes)	9 (1)	73 (8)	9 (1)	9 (1)
Presença de aspectos relacionados à história da Ciência	27 (3)	36 (4)	36 (4)	0 (0)
Abordagem de conceitos científicos	36 (4)	55 (6)	9 (1)	0 (0)
Aspectos que destacam a natureza da Ciência	55 (6)	45 (5)	0 (0)	0 (0)
Interdisciplinaridade	44 (4)	44 (4)	11 (1)	0 (0)
Abordagem CTSA	64 (7)	36 (4)	0 (0)	0 (0)
Abordagem de relações éticas, de consumo e de cidadania	36 (4)	55 (6)	9 (1)	0 (0)

A segunda parte do questionário objetivou levantar as possibilidades do uso de TDC no contexto escolar na perspectiva dos professores entrevistados. Os dados foram resumidos na tabela 2.

Tabela 2: Avaliação de professores que participam como alunos do Mestrado em Ensino de Ciências das possibilidades do uso de textos de divulgação científica no contexto escolar.

	Bom %	Médio %	Fraco %	Não se aplica %
Promovem a popularização da Ciência	70 (7)	30 (3)	0 (0)	0 (0)
Complementa o livro didático	70 (7)	10 (1)	20 (2)	0 (0)
Aumenta o interesse dos alunos por Ciência	70 (7)	20 (2)	10 (1)	0 (0)
Permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências	100 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia	60 (6)	40 (4)	0 (0)	0 (0)
Facilita a compreensão da Ciência como construção humana	50 (5)	40 (4)	10 (1)	0 (0)
Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos	50 (5)	50 (5)	0 (0)	0 (0)
Contribuem para a compreensão da Ciência	50 (5)	50 (5)	0 (0)	0 (0)

Analizando primeiramente os parâmetros do texto de divulgação científica escolhido, podemos tirar algumas conclusões. No parâmetro “tamanho do texto”, 45% são da opinião que a extensão do TDC é bom, outros 45% avaliaram esse parâmetro como médio. Pelo fato do texto possuir 3 páginas era esperado que fosse maior o número de professores que fizessem uma avaliação média ou até mesmo ruim. Isto porque, em se tratando de uma escola pública, com média de alunos superior a 30 por turma, um texto grande seja mais difícil de ser trabalhado. Todavia, as respostas mostraram que mesmo textos relativamente grandes podem ser utilizados em sala de aula. A importância disso reside no fato de que uma boa avaliação do tamanho texto faz com que os docentes necessitem realizar menos modificações, as quais poderiam desencorajá-los a se utilizarem do material e talvez se constituísse em obstáculos no processo de ensino aprendizagem.

No segundo parâmetro, linguagem utilizada, 64% dos professores avaliaram como bom e os demais como médio. Isto mostra que os textos de divulgação científica, em geral,

possuem uma linguagem de fácil a média compreensão, com exceção de alguns termos que podem ser explicados pelo professor em sala de aula. No texto analisado, por exemplo, aparece o termo antioxidante, logo é necessário que o leitor saiba o que é uma reação de oxirredução. Nessa perspectiva, o docente tanto pode ler com os estudantes o texto em sala ou pedir para que eles leiam em casa, visto que o TDC não requer que o leitor seja um especialista da área (BUENO, 2008). Outro lado positivo do texto possuir uma linguagem acessível aos alunos é que isso chama a atenção destes, até mesmo porque o tema central faz parte do cotidiano deles. Minha experiência como professor em uma escola particular em Santa Maria, cidade satélite do Distrito Federal, mostra que grande parte dos alunos não lê o livro didático justamente por acharem a linguagem complicada. Pode-se dizer também que a compreensão da linguagem é um dos objetivos do processo ensino aprendizagem, sendo isso, observado no PCN etc.

O parâmetro “relevância social da temática central do texto” foi avaliado como bom por todos os professores. O texto tem como temática a importância da Química na indústria cosmética, que está explícito na seguinte frase: “A indústria cosmética é um setor da indústria química, sendo indissociável falar de cosméticos sem mencionar a química” (GUTERRES; POHLMANN, 2011, p. 23). Nessa perspectiva, os docentes revelam que os TDC discutem temas importantes e que podem ser trabalhados no contexto escolar, é claro sem deixar de discutir a parte conceitual prevista para aquela aula. Apesar dessa aprovação de todos, conversas informais e as aulas da disciplina Divulgação Científica, apontam que os docentes, em geral, não fazem uso desse recurso em suas aulas. Talvez a inserção de disciplinas discutindo a divulgação científica no curso de graduação possa mudar esse quadro.

No parâmetro referente à presença de recursos visuais (figuras, tabelas e/ou boxes) 73% dos docentes avaliaram como médio. Com exceção da figura presente na capa, o texto apresenta um box falando sobre a regulação de cosméticos no Brasil e duas figuras na última página. Esse parâmetro deve ser visto com ressalvas, pois a quantidade de recursos visuais varia de texto para texto, isto possibilita ao professor a escolha de escritos que possuam mais ou menos recursos visuais de acordo com os objetivos desejados.

Quanto à presença de aspectos relacionados à História da Ciência, 36% avaliaram “ruim”, 36% “médio” e 27% “bom”. O texto “A ciência da beleza: a química dos cosméticos” que foi analisado não se dedica tanto a discussão de aspectos históricos, mas vários outros textos da Revista Ciência Hoje, de onde foram retirados textos que se adequavam a proposta de trabalho a ser desenvolvida, pontuam mais esse aspecto. Nessa perspectiva, o professor

tem a sua disposição diversos TDC, uns que se dedicam mais a discutir a História da Ciência que outros.

Em se tratando da abordagem de conceitos científicos, 55% dos entrevistados avaliaram como médio e 36% como bom. No texto podemos encontrar os conceitos científicos de Química (parágrafo 8), substância ativa (parágrafo 13), substâncias excipientes (parágrafo 14), antioxidantes (parágrafo 22) etc. Cabe lembrar que os TDC não têm a função de ensinar Química ao contrário do livro didático. Logo, deve ser utilizado como um recurso para complementar o livro didático e não para substituí-lo. Assim, cabe ao professor, na medida em que for discutindo o texto com os estudantes, aproveitar a oportunidade e explicar conceitos científicos relacionados ao tema na medida em que estes se fizerem necessários e de acordo com os objetivos desejados. Isso significa que os TDC podem ser instrumentos de contextualização de conceitos científicos, introduzindo-os de forma mais significativa para os alunos.

No parâmetro “aspectos que destacam a Natureza da Ciência”, 55% avaliaram o texto como bom e 45% como médio. Tal aspecto pode ser encontrado em trechos como: “No Brasil, vários grupos desenvolvem pesquisas em química de cosméticos...” (GUTERRES; POHLMANN, 2011, p. 25) mostrando que o conhecimento científico é fruto de várias pesquisas, envolve a experimentação, bem como diversas tentativas antes de se chegar ao produto desejado. Além disso, o texto mostra, de forma implícita, que o conhecimento é uma construção humana formada pela contribuição de vários pesquisadores e não de uma mente iluminada.

Podemos inferir, das respostas obtidas sobre o parâmetro aludido no parágrafo anterior, que os TDC podem auxiliar os professores na construção do conhecimento científico na medida em que abordam aspectos da natureza do conhecimento científico. Nessa perspectiva, há a possibilidade, dessa discussão ajudar os alunos a desconstruírem várias distorções que foram se consolidando ao longo de sua vida acadêmica. Não raro, encontramos estudantes que acreditam que a Ciência é feita somente por cientistas brilhantes, em seus laboratórios e que os modelos e teorias surgem do nada. Dificilmente, encontramos alunos que concebem a Ciência como uma construção humana, fruto de uma infinita elaboração e reelaboração de ideias, modelos e teorias buscando explicar fenômenos do dia a dia. Os estudantes chegam ao Ensino Médio acreditando que a Ciência é a verdade a ser aceita, não dando margem a possibilidade de esta estar errada. Cabe ressaltar que a forma como as aulas

de ciências são trabalhadas no nível médio, em geral a mera transmissão-recepção do conteúdo, tem contribuído para que os alunos formem essas distorções.

No que diz respeito à interdisciplinaridade, 44% avaliaram o texto como bom e 44% como médio nesse parâmetro. O texto analisado discute a problemática da preservação da natureza, que não se restringe unicamente à química, bem como fala da nanotecnologia, temática estudada por outras disciplinas. Encontramos ainda trechos que falam de conhecimentos da biologia, por exemplo: “Os radicais livres reagem com muitas moléculas biológicas, incluindo as gorduras (lipídios), as proteínas, os carboidratos e o material genético (DNA), levando à degeneração do colágeno e da elastina...” (GUTERRES; POHLMANN, 2011, p. 23).

Corriqueiramente nos deparamos com críticas feitas ao atual sistema educacional, uma delas dirigidas à fragmentação do conhecimento científico. Nas escolas em que estudei e em outras que tive a oportunidade de observar, como regra só há uma busca pela interdisciplinaridade na Semana Cultural, em que são realizados trabalhos conjuntos de várias disciplinas em torno de um tema central. Entretanto, observa-se que ao entrar em sala de aula os professores esquecem a relação entre sua disciplina e a do colega. Em vista disso, o TDC pode ser uma solução nesse conflito, na medida em que trabalha o tema de forma interdisciplinar, conforme apontado pelos docentes que responderam o questionário e citado por Ferreira e Queiroz (2011) ao analisarem artigos da Revista Ciência Hoje.

O parâmetro “abordagem CTSA” foi avaliado por 64% dos docentes como bom e médio por 36%. Podemos concluir, com base nessa aprovação, que os textos de divulgação científica discutem de forma satisfatória essa relação. O aluno necessita saber como a Ciência influencia a tecnologia, a sociedade e o ambiente e vice-versa para que ele não construa ou continue a conceber concepções errôneas dessa relação, nem sempre clara nos livros didáticos pelo que pude perceber com base em minha experiência como professor e como aluno da disciplina “Análise de Livros Didáticos de Ensino de Química”. Ferreira e Queiroz (2011) já haviam assinalado que alguns pesquisadores em educação em Ciências acreditam que a divulgação científica pode contribuir para o debate, pelos alunos, a respeito das aplicações tecnológicas presentes no cotidiano e as implicações sociais decorrentes do seu uso. O aspecto CTSA pode ser observado no texto analisado em trechos como: “Nessa última questão, fomos mais ecológicos, desenvolvendo métodos sintéticos para produzir as substâncias de que precisamos, assim como regulamos os processos extrativos, em busca da produção sustentada de matérias-primas de fontes naturais.” (GUTERRES; POHLMANN, 2011, p. 23).

Por fim, os professores analisaram em que medida o TDC escolhido aborda relações éticas, de consumo e de cidadania. Obtivemos que 36% avaliaram esse parâmetro como bom e outros 55% como médio. Mais do que um mero instrutor, o educador é um formador em sentido amplo (FREIRE, 1996). Logo, não se pode separar da função docente a formação ética e moral do aprendiz, em vista disso, os TDC se mostraram aliados nessa luta pela formação do cidadão. Isto pode ser percebido em: “Afim, por que produzimos substâncias sintéticas e biossintéticas se a natureza está repleta de substâncias químicas naturais? Seria prudente derrubar as florestas para extrair todas as substâncias das quais temos necessidades para a manutenção da qualidade de vida? Não.” (GUTERRES; POHLMANN, 2011, p. 23).

Passemos agora para a análise da segunda parte do questionário referente às possibilidades do uso de textos de divulgação científica no contexto escolar. O primeiro ponto dessa parte buscou saber se os TDC promovem a popularização da Ciência. Os resultados obtidos apontam que 70% avaliaram como bom e 30% como médio esse parâmetro. Isso nos revela a possibilidade do uso desse recurso como meio de difundir o conhecimento científico. Conforme já relatado anteriormente na fundamentação teórica, Nascimento e Rezende Junior (2010) acreditam que esses textos poderiam ser utilizados para difundir o conhecimento científico de forma alternativa em lugares onde a presença, nas escolas, do livro didático é pouca ou inexistente.

Quanto à utilização de TDC como complemento ao livro didático, 70% avaliaram “bom”, 10% “médio” e 20% “fraco”. Podemos inferir desse percentual que nossas conclusões não foram precipitadas, ou seja, o texto de divulgação científica pode sim complementar o livro didático. Segundo Nascimento e Rezende Junior (2010), a utilização desse recurso pode, ainda, evitar que a atuação do professor fique “engessada” por um único material didático. Não é difícil de imaginar que os estudantes gostariam mais de ler textos como esses do que o próprio livro devido às peculiaridades de cada um, então por que não utilizá-los?

A terceira possibilidade analisada questionava se o TDC aumenta o interesse dos alunos por Ciência, 70% avaliaram como bom. A própria linguagem do texto juntamente com o fato dele não se aprofundar em questões conceituais chama mais a atenção do estudante do que talvez o livro adotado pela escola. Em vista disso, o professor pode usar esse recurso para tentar despertar a curiosidade no aluno em saber por que determinado fenômeno comentado no texto acontece ou como ele acontece. Essa alternativa, a meu ver, é mais viável do que despertar o interesse do estudante pela Ciência com a utilização exclusiva do livro didático.

No parâmetro “permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências” os docentes foram unânimes e avaliaram como bom. Utilizar o TDC em sala de aula tem justamente essa função, abordar de forma diferente uma temática e o próprio conteúdo. Com essa variedade de abordagens se busca aprimorar o processo ensino aprendizagem. Os estudantes aprendem de forma distinta, por isso devemos propiciar-lhes diferentes abordagens, até mesmo para saber qual resultou em maior aprendizagem. Nos Parâmetros Curriculares Nacionais, conforme citado anteriormente, também percebemos essa possibilidade no seguinte trecho:

É importante que o aluno possa ter acesso a uma diversidade de textos informativos, pois cada um deles tem estrutura e finalidades próprias. Trazem informações diferentes, e muitas vezes divergentes, sobre um mesmo assunto, além de requererem domínio de diferentes habilidades e conceitos para sua leitura (BRASIL, 1997, p. 81).

Com relação ao parâmetro “Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia”, 60% são da opinião que a extensão do TDC é bom, outros 40% avaliaram esse parâmetro como médio. No texto analisado podemos encontrar algumas partes que explicam fenômenos como: o que causa o envelhecimento da pele e como os filtros solares e os antioxidantes atuam nesse processo retardando o envelhecimento e protegendo a pele da radiação ultravioleta (UV). O material em questão, bem como outros TDC têm a característica de abordar temas e acontecimentos do nosso cotidiano, importante para estabelecer uma relação entre o que é estudado em sala de aula com a realidade do estudante. Minha experiência como aluno e professor mostra que um dos problemas mais desestimulantes para os alunos é a falta de conexão entre o conteúdo estudado e o cotidiano. Quando o conteúdo trabalhado pelo professor não tem qualquer relação com fenômenos do dia a dia, o estudante é levado a conceber aquele conteúdo como irrelevante por não ter aplicação prática.

O parâmetro que se refere à possibilidade dos TDC facilitarem a compreensão da Ciência como construção humana teve uma avaliação “bom” por 50% dos entrevistados, enquanto outros 40% analisaram como médio. Esses dados vão ao encontro do que Cunha e Giordan (2009) haviam dito, ou seja, os espaços de discussão criados pela leitura de um texto de divulgação científica podem contribuir para a compreensão dos processos de produção da Ciência e da Tecnologia. Ferreira e Queiroz (2011) também já apontavam que alguns pesquisadores em educação em Ciências acreditam que a utilização de textos de divulgação científica pode contribuir para que os alunos formem uma imagem adequada e crítica da ciência enquanto produção humana.

No penúltimo parâmetro “Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos”, 50% analisaram como bom e 50% como médio. O texto “A Ciência da beleza: a química dos cosméticos” mostra de forma explícita benefícios advindos do conhecimento científico tanto para a produção de novos cosméticos, por exemplo, com a utilização da nanotecnologia, como para a preservação da natureza. Outros, no entanto, apontam de forma mais nítida riscos provocados pela aplicação do conhecimento científico, por exemplo, um texto da revista Ciência Hoje falando sobre a talidomida e os problemas ocasionados por seu uso durante a gravidez⁴.

Por fim temos o parâmetro “Contribuem para a compreensão da Ciência” sendo avaliado “bom” por 50% e médio por 50% dos professores. Esses dados reforçam as orientações contidas nos PCN e citadas anteriormente, incentivando o professor a se utilizar de outros materiais além do livro didático com o intuito alcançar uma efetiva aprendizagem por parte dos alunos. Tendo em vista as análises dos outros parâmetros e fazendo um balanço das duas partes do questionário, é possível afirmar que um texto de divulgação científica, devido às suas características, pode contribuir para a compreensão da Ciência.

⁴ O segredo da talidomida. Ciência Hoje, São Paulo, Ed 260, v44, p.14, Junho de 2009.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de materiais didáticos com uma linguagem de difícil compreensão por parte dos estudantes e textos que não despertam o interesse destes, aliado à utilização do livro didático como única fonte de consulta, têm se constituído em obstáculos para o processo ensino aprendizagem. Muitas são as estratégias que objetivam minimizar os problemas do uso exclusivo do livro didático, entre elas está o objeto de investigação de nosso trabalho, que é o uso de textos de divulgação científica (TDC). Para compreender e discorrer sobre esse recurso, buscamos respaldo teórico para pontuar vantagens e desvantagens do uso de textos de divulgação científica como uma solução possível aos problemas citados. Nessa perspectiva, escolhemos um texto em uma revista de divulgação científica com reconhecimento nacional e o submetemos a análise de professores em formação continuada, mestrandos de um programa de pós-graduação em ensino de Ciências.

De acordo com os resultados da pesquisa, percebemos que os professores entrevistados não conseguiram analisar criticamente todos os parâmetros. Isto pode ser observado, por exemplo, quando questionados com qual dimensão o texto: “A ciência da beleza: a química dos cosméticos” discute aspectos da história da Ciência.

No que diz respeito a parâmetros que levam em consideração a experiência como professor o resultado foi mais crítico. Sabendo-se que o texto possui 3 páginas, era esperado que os pós-graduandos o julgasse extenso para ser trabalhado em sala de aula. Mas 45% julgou como bom. Isso pode ser um indicativo que eles não têm o hábito de trabalhar com leitura em sala de aula, pois o uso de textos com mais de uma página já é alvo de crítica pelos alunos.

De modo geral, os professores acreditam, segundo a avaliação feita (aprovação igual ou superior a 70%) que a utilização de TDC pode: promover a popularização da Ciência; complementar o livro didático; aumentar o interesse dos alunos por Ciência; permitir a inserção de novas abordagens nas aulas de Ciências. Além disso, este recurso também

permite, em menor grau: esclarecer fenômenos do dia a dia; compreender a Ciência como construção humana; analisar riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos.

Nenhum parâmetro analisado, quanto às possibilidades de utilização do TDC, teve uma percentagem significativa de avaliação “fraco” e/ou “não se aplica”. Logo, podemos inferir que os professores veem, no recurso citado, uma solução possível para problemas decorrentes da utilização do livro didático como único material de consulta.

Quanto ao texto analisado, os professores acreditam que os alunos teriam acesso a uma linguagem diferente, mais próxima do cotidiano. Além disso, estes teriam a oportunidade de estudar um mesmo assunto com abordagens distintas, fundamental no processo ensino aprendizagem conforme preconizado em documentos oficiais (BRASIL, 1997).

Alguns aspectos do texto foram avaliados, por uma percentagem significativa dos docentes, como médio ou ruim. Entre eles estão: tamanho do texto; presença de recursos visuais; presença de aspectos relacionados à história da Ciência. Tal avaliação se deve, em parte, às particularidades do próprio texto, visto que, os aspectos aludidos anteriormente variam de um escrito para outro. Além disso, cada docente faz sua análise conforme os objetivos que julgam importantes de serem contemplados no processo ensino aprendizagem.

Comparando-se os resultados do trabalho desenvolvido com a literatura encontramos semelhanças nos seguintes aspectos: os TDC fazem uma abordagem pautada na contextualização e interdisciplinaridade; complementam o livro didático; permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências; promovem a popularização da Ciência.

Portanto, a inserção da divulgação científica pode trazer benefícios para o processo ensino aprendizagem. Cabe então, continuarmos a estudar os impactos desse recurso na formação docente e no contexto escolar, de modo que as possibilidades aqui levantadas se tornem realidade.

REFERÊNCIAS

- BUENO, W. C. Jornalismo científico: revisando o conceito. 2008. **Tese (Doutorado em Comunicação)** – Escola de Comunicações e Artes da Universidade de São Paulo.
- CUNHA, M. B.; GIORDAN, M. A divulgação científica como um gênero de discurso: implicações para a sala de aula. In: **VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2009, Florianópolis. Anais do VII ENPEC. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009, v. 1, p. 1-11.
- FERREIRA, L. N. A.; QUEIROZ, S. L. Artigos da revista Ciência Hoje como recurso didático no Ensino de Química. **Química Nova** (impresso), v. 34, n. 2, p. 354-360, 2011.
- NASCIMENTO, T. G.; REZENDE JUNIOR, M. F. A produção de divulgação científica na formação inicial de licenciandos em ciências naturais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n. 1, 2010.
- NASCIMENTO, T. G. Contribuições da análise do discurso e da epistemologia de Fleck para a compreensão da divulgação científica e sua introdução em aulas de ciências. **ENSAIO-Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 7, 2005.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais, 1997.
- FREIRE, P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

APÊNDICE

Questionário para professores de Química que participam como alunos do Mestrado em Ensino de Ciências

Caro professor,

Saliento que, todas as informações fornecidas neste questionário serão consideradas estritamente confidenciais e os dados reservados para uso exclusivo do meu trabalho de conclusão de curso. Caso seja do seu interesse, os resultados da pesquisa estarão à sua disposição após a conclusão do trabalho.

Certo de sua indispensável colaboração agradeço antecipadamente.

Como você avalia os seguintes parâmetros levando em consideração o texto de divulgação científica escolhido:

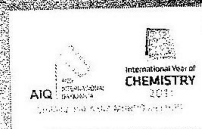
	Bom	Médio	Ruim	Não se aplica
Tamanho do texto				
Linguagem utilizada				
Relevância social da temática central do texto				
Presença de recursos visuais (figuras, tabelas e/ou boxes)				
Presença de aspectos relacionados à história da Ciência				
Abordagem de conceitos científicos				
Aspectos que destacam a natureza da Ciência				
Interdisciplinaridade				

Abordagem CTSA				
Abordagem de relações éticas, de consumo e de cidadania				

Como você avalia as possibilidades do uso de textos de divulgação científica no contexto escolar:

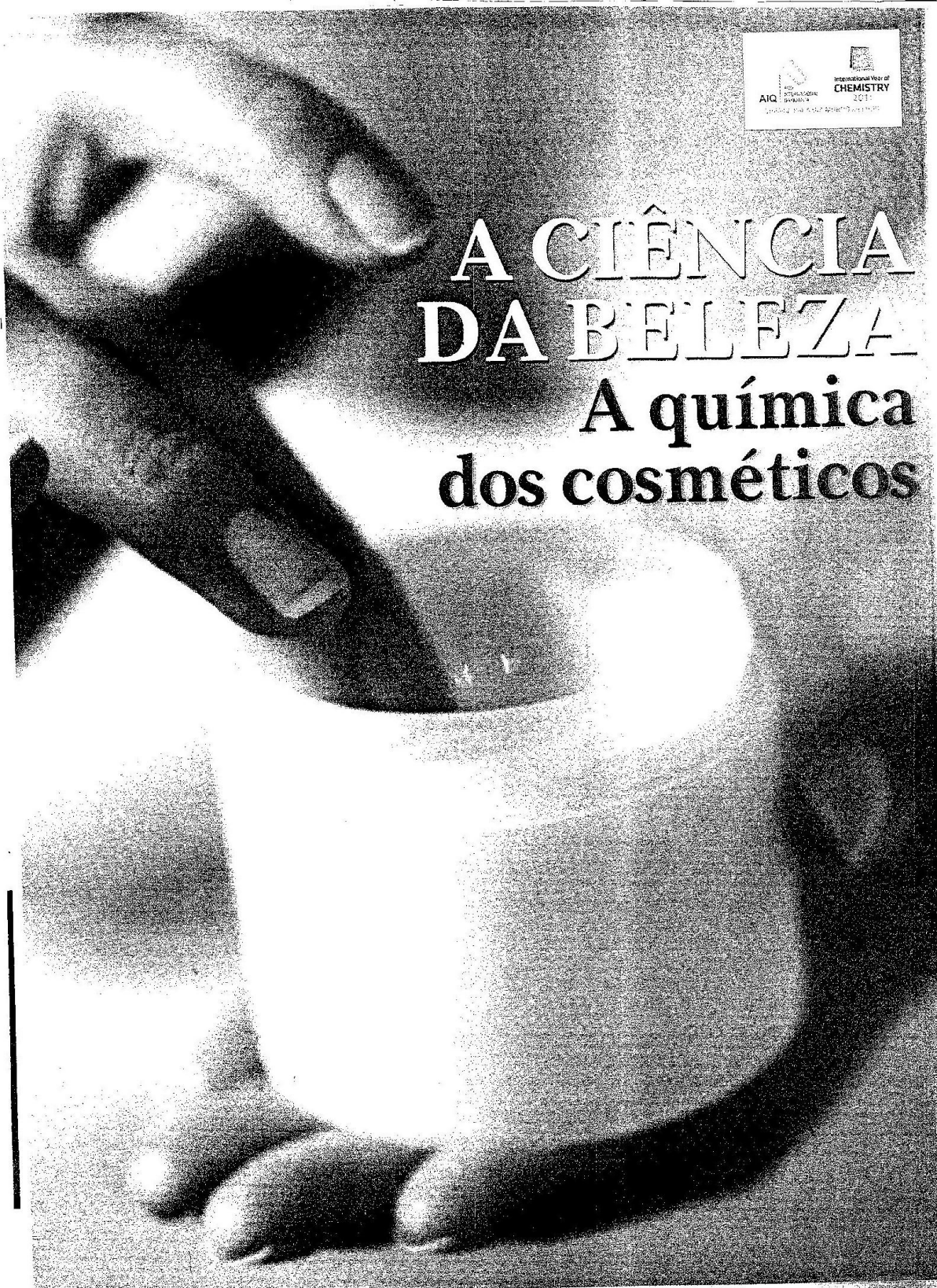
	Bom	Médio	Fraco	Não se aplica
Promovem a popularização da Ciência				
Complementa o livro didático				
Aumenta o interesse dos alunos por Ciência				
Permitem a inserção de novas abordagens e temáticas nas aulas de Ciências				
Permitem esclarecer fenômenos do dia a dia				
Facilita a compreensão da Ciência como construção humana				
Aumentam o interesse dos alunos por Ciência				
Permitem análise de riscos/benefícios da aplicação dos conhecimentos científicos				
Contribuem para a compreensão da Ciência				

ANEXO



A CIÊNCIA DA BELEZA

A química dos cosméticos



Nos últimos anos, protetores solares, loções, cremes antienvhecimento, esmaltes, entre outros cosméticos, ganharam uma aliada diminuta, mas poderosa: a nanotecnologia. Dessa união, nasceram produtos que, em sua formulação, contêm estruturas com a dimensão do bilionésimo de metro. Os nanocosméticos têm propriedades diferenciadas e inovadoras. São mais eficientes e com desempenho que, por vezes, vai além de suas funções originais. Por trás dessa moderna revolução na área de beleza, está um conhecimento milenar e uma ciência centenária: a química.

DENISE S. JORNADA E SÍLVIA S. GUTERRES

*Programa de Pós-graduação em Ciências Farmacêuticas,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

ADRIANA R. POHLMANN

*Departamento de Química Orgânica, Instituto de Química,
Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

Desde a Antiguidade, usamos cosméticos para contornar e salientar aspectos físicos, mascarar sujidades e odores corporais. Cosmético (do grego, *kosmetikós*) significa 'a arte de adornar'.

Mudanças nos padrões sociais de beleza e nos hábitos pessoais, bem como, principalmente, a entrada da mulher no mercado de trabalho, no início do século passado, fizeram com

que o cosmético passasse a ter um novo conceito, mais complexo do que simples limpeza ou embelezamento.

No final do século passado, a supervalorização da aparência física fez o consumidor buscar também produtos capazes de conferir uma aparência saudável e jovem para o corpo. Para isso, esses novos produtos devem ter a capacidade de provocar modificações benéficas e duráveis no aspecto da pele, dos cabelos e das unhas.

Uma diversidade de componentes ativos e fórmulas diferenciadas entram cotidianamente no mercado. O Brasil, posicionado em 8º lugar no mercado global de cosméticos, no início deste século, passou a 3º lugar neste final de década. Especificamente, no segmento dos produtos para higiene pessoal, o Brasil ocupa o 1º lugar no mercado de desodorantes. Em 2008, o faturamento do setor de cosméticos, perfumaria e higiene pessoal foi de R\$ 24,54 bilhões, tendo o Brasil crescido 10,4% em vendas, enquanto os Estados Unidos e o Japão apresentaram retração.

Sem química? A indústria cosmética é um setor da indústria química, sendo indissociável falar de cosméticos sem mencionar a química. No entanto, uma atmosfera de preconceito e rejeição existe quando se define separadamente 'substância química' e 'substância natural'. A emergente preocupação com a natureza e sua conservação faz o consumidor buscar tratamentos ditos 'naturais', popularmente chamados de 'tratamentos sem química'

— expressão incoerente, pois substâncias naturais são substâncias químicas.

Afinal, por que produzimos substâncias sintéticas e biossintéticas se a natureza está repleta de substâncias químicas naturais? Seria prudente derrubar as florestas para extrair todas as substâncias das quais temos necessidades para a manutenção da qualidade de vida? Não.

Nessa última questão, fomos mais ecológicos, desenvolvendo métodos sintéticos para produzir as substâncias de que precisamos, assim como regulamos os processos extrativos, em busca da produção sustentada de matérias-primas de fontes naturais.

Entre as diversas áreas da ciência, a química é a que estuda a natureza da matéria, suas propriedades, suas transformações e a energia envolvida nesses processos. Dessa forma, é possível desvincular essa ciência dos cosméticos?

A resposta é: não.

A química acompanha os cosméticos desde sua produção até sua ação final. Para formular um cosmético, é necessário conhecer as características químicas de seus componentes, para garantir não só sua eficácia e segurança, mas também sua estabilidade e durabilidade por todo o período em que o consumidor irá usá-lo.

Experimente ler e contar quantas substâncias compõem seu xampu, por exemplo. Você já se perguntou por que há tantos componentes? Eles são todos realmente necessários? Agora experimente o odor desse mesmo xampu. Talvez, você se depare com um cheiro de maracujá, laranja, uva ou rosas com jasmim, por exemplo. Será que esse produto tem pedaços de flores e frutas? Como é possível transpor o aroma das frutas e flores para um cosmético?

Finalmente, use esse xampu. Você observará que seu cabelo ficou mais limpo; às vezes, mais macio, brilhoso e com aspecto mais bonito. Mas como?

Vamos começar pela base dos cosméticos: sua constituição. O coração do cosmético é formado pela 'substância ativa', ou seja, aquela responsável por sua ação principal. Por exemplo, no protetor solar, ela é o filtro solar; em um xampu, o detergente.

>>>

Contudo, um produto não é só formulado com a substância ativa. Precisa ter outras substâncias, chamadas de 'excipientes' para a composição da fórmula, que são aquelas com funções secundárias, mas ainda importantes para a funcionalidade dos cosméticos.

O excipiente mais abundante é a água, que chega a representar 90% da fórmula em alguns produtos, sendo responsável por solubilizar e auxiliar tanto na penetração cutânea de substâncias ativas quanto na sensação final que a formulação irá causar. A água também melhora a elasticidade da pele, entre outras atividades.

Os excipientes de uma fórmula cosmética são selecionados segundo o tipo de produto, incluindo sua finalidade e forma de aplicação. Assim, diferentes cosméticos, como hidratantes, fotoprotetores, xampus, batons, perfumes e desodorantes, apresentaram excipientes pertencentes a categorias específicas. Exemplos de excipientes são os chamados emulsionantes e os emolientes, para formar cremes e loções; os umectantes, para aumentar a hidratação da pele; os conservantes, para evitar o crescimento de micro-organismos nos produtos; e os corantes e as essências, para conferir coloração e aroma aos produtos.

Escudos e soldados São inúmeros os exemplos de ativos cosméticos, apresentando diversos mecanismos de ação e alicerçados fortemente em reações químicas específicas. Dada a grande variedade de formulações cosméticas existentes, ilustraremos exemplos específicos em um contexto da química de produtos antienvhecimento, capilares e de higiene.

Na área da prevenção do envelhecimento cutâneo, os filtros solares e os antioxidantes são exemplos interessantes. O processo de envelhecimento da pele está diretamente relacionado tanto à formação de espécies altamente reativas (radicais livres), a partir das moléculas ou dos átomos na pele, devido à sua interação com luz ultravioleta (UV), quanto a reações químicas nas quais as moléculas de oxigênio ganham elétrons e se tornam reativas.

Os radicais livres reagem com muitas moléculas biológicas, incluindo as gorduras (lipídios), as proteínas, os car-

boidratos e o material genético (DNA), levando à degeneração do colágeno e da elastina (proteínas constitutivas da pele), entre outros efeitos nocivos.

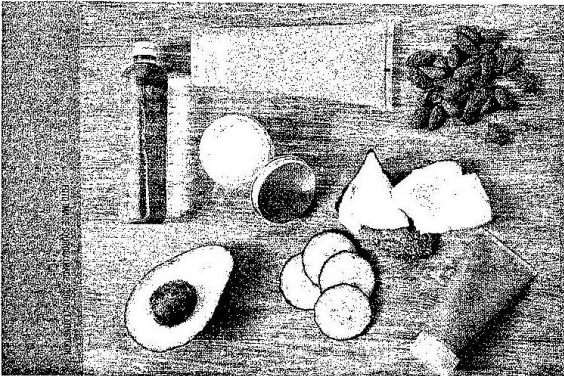
Como evitar a formação ou a ação desses radicais? Evitando que a radiação UV atinja a pele ou capturando os radicais logo após sua formação. E como fazer isso? Com o uso de fotoprotetores e antioxidantes. Os fotoprotetores protegem a pele da mesma forma que os escudos protegiam os gladiadores contra a espada de seus adversários. Uma vez que a radiação entra em contato com o filtro solar, ela é refletida ou retida (absorvida).

Os filtros solares representam, na atualidade, uma estratégia essencial para a proteção da pele. Eles podem ser orgânicos ou inorgânicos, atuando pela absorção ou reflexão da radiação UV, antes que ela penetre na pele e desencadeie as reações que formam radicais livres. O metoxicinamato de octila e o dióxido de titânio são duas substâncias muito usadas como filtros solares em produtos fotoprotetores.

Ainda no contexto dos cosméticos antienvhecimento, existe o uso dos antioxidantes, moléculas que sofrem reações de oxidação no lugar do substrato biológico. Essas substâncias agem como os soldados da linha de frente de batalha, sofrendo o ataque no lugar de nossas células. Exemplos desses ativos cosméticos são as vitaminas C e E, presentes nas frutas cítricas e nos vegetais de folhas verdes, respectivamente.

Bronzeado, cabelos e suor Alternativamente, o uso de bronzeadores sem sol também pode contribuir para a prevenção do envelhecimento cutâneo, pois, nesse caso, há mudança de tonalidade da pele, mesmo sem exposição à radiação UV. O processo de autobronzeamento ocorre nas camadas mais externas da epiderme. Como resultado desse processo, tem-se a formação de compostos (melanoidinas) que têm coloração que varia do laranja ao castanho.

No caso dos autobronzeadores, a diidroxiacetona, ativo bastante empregado, reage com partes de uma proteína (queratina) da pele, conferindo a esta última coloração próxima à do bronzeado – em tempo: autobronzeadores não protegem a pele da ação nociva das radiações UV.



REGULAÇÃO DE COSMÉTICOS NO BRASIL

No Brasil, um cosmético é classificado por seu grau de risco, segundo a legislação do Brasil. (Sabões, xampus, perfumes etc.) têm propriedades básicas ou elementares, sendo necessária apenas sua notificação à Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Cosméticos de grau 2 – com substâncias ativas, como filtros de proteção (fotoprotetores), produtos para retardar o sol e antienvhecimento, bem como produtos infantis – têm indicações específicas de uso, sendo necessários o controle de qualidade e a notificação para o registro.

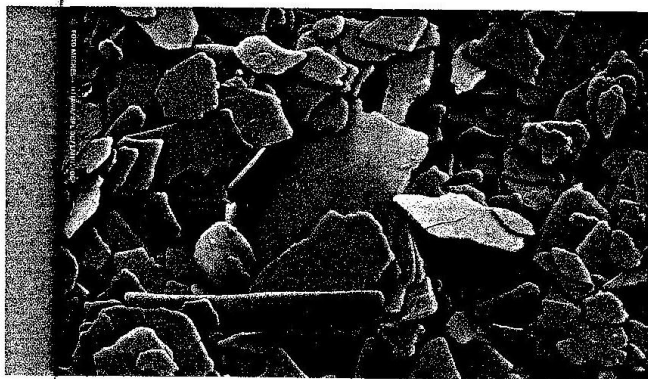


A química dos cosméticos capilares também tem exemplos interessantes. Há produtos que, por exemplo, nos permitem modular a cor e a forma dos fios.

Considerando a proteína da estrutura dos fios de cabelo (queratina), a química do alisamento e dos cremes depilatórios está baseada nas reações (oxirredução) entre o ativo e a queratina.

Já a tintura de cabelo apresenta duas etapas de reação. A primeira é de degradação, solubilização e extração da melanina (proteína que dá cor aos cabelos). A segunda é uma reação (oxidação) que age sobre o componente da fórmula, o precursor da cor, gerando uma cadeia de reações que leva à formação do novo pigmento, que tinge os cabelos.

Na química dos antitranspirantes, os sais de alumínio são os ativos mais empregados. Os produtos restringem a quantidade de secreção das glândulas sudoríparas, reduzindo a transpiração. Esses ativos causam fechamento dos ductos das glândulas sudoríparas, formando uma 'rolha' no local de aplicação e, assim, obstruindo o fluxo de suor para a superfície da pele, sem prejuízo do processo global de sudorese.



Nanocosméticos A busca por produtos novos e com melhor desempenho pelos consumidores leva aos produtores a necessidade constante de inovação. Mas, com um mercado cheio de produtos, como inovar ainda mais?

Em termos de inovação, emerge, como uma das mais importantes estratégias, o emprego da nanotecnologia, definida como a tecnologia de produção, de forma controlada, de materiais ou dispositivos nanométricos (ou seja, com dimensões do bilionésimo de metro), empregáveis como produtos finais ou como intermediários.

Nanocosméticos são produtos cosméticos com nanoestruturas (nanovesículas, nanopartículas, nanocápsulas etc.), que conferem à fórmula propriedades diferenciadas ou inovadoras. O melhor desempenho dos produtos – perfumes, cremes fotoprotetores, loções – é consequência do tamanho diminuto das partículas e de sua grande área superficial. Produtos comerciais já incorporam nanodispositivos seguros, biodegradáveis e de baixo impacto ambiental.

Os nanodispositivos permitem controlar como as substâncias atuam na pele, regulando sua penetração e liberação. Esta última pode ser tanto imediata, melhorando a penetração de uma substância na pele, quanto sustentada, aplicável a substâncias ativas irritantes por contato direto ou àquelas cuja liberação deva ocorrer por um longo período.

Um tratamento tópico à base de nanodispositivos pode reduzir a absorção do ativo pelo organismo, evitando que a substância chegue à corrente sanguínea e cause seus efeitos indesejáveis. Essa característica é interessante para os fotoprotetores, pois, nessa situação, o objetivo é localizar os filtros solares nas camadas externas da pele, evitando ou diminuindo sua chegada à circulação. Outras vantagens da nanotecnologia nessa área: aumentar a estabilidade de moléculas e melhorar a hidratação.

No Brasil, vários grupos desenvolvem pesquisas em química de cosméticos, incluindo aquelas voltadas para o desenvolvimento de produtos comerciais. Nesta última área, duas das autoras deste artigo (Guterres e Pohlmann) coordenaram recentemente projeto, em parceria com a indústria, de um bloqueador solar nanotecnológico totalmente desenvolvido no país e que já está no mercado. ■

Sugestões para leitura

- GUTERRES, S. S., ALVES, M. P., POHLMANN, A. R. 'Polymeric nanoparticles, nanospheres and nanocapsules, for cutaneous applications'. *Drug Target Insights*, v. 2, pp. 147-157 (2007).
- DRAELOS, Z. D. *Cosméticos em dermatologia* (Rio de Janeiro: Revinter, 2ª ed., 1999).
- RIBEIRO, C. *Cosmetologia aplicada a dermoestética*. 2ª ed. (São Paulo: Lmc Pharmabooks, 2010).
- VANZIN, S. B., CAMARGO, C. P. *Entendendo cosmecêuticos* (São Paulo: Santos Editora, 1ª ed., 2008).